

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-15399

(P2006-15399A)

(43) 公開日 平成18年1月19日 (2006.1.19)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 E	4 E 0 6 8
B 2 3 K 26/06 (2006.01)	B 2 3 K 26/06 C	
B 2 3 K 26/08 (2006.01)	B 2 3 K 26/08 B	
B 2 3 K 31/00 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 A	
B 2 3 K 101/06 (2006.01)	B 2 3 K 31/00 F	
審査請求 未請求 請求項の数 32 O L (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-222222 (P2004-222222)
 (22) 出願日 平成16年7月29日 (2004. 7. 29)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-166786 (P2004-166786)
 (32) 優先日 平成16年6月4日 (2004. 6. 4)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目1 6 番 5 号
 (74) 代理人 100078499
 弁理士 光石 俊郎
 (74) 代理人 100074480
 弁理士 光石 忠敬
 (74) 代理人 100102945
 弁理士 田中 康幸
 (74) 代理人 100120673
 弁理士 松元 洋
 (72) 発明者 太田 高裕
 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号
 三菱重工業株式会社高砂研究所内

最終頁に続く

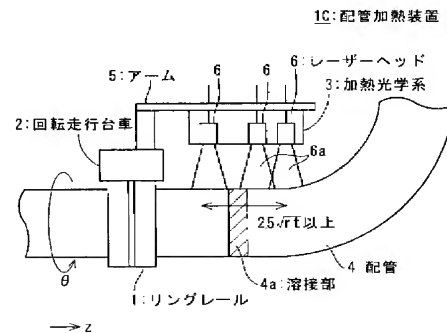
(54) 【発明の名称】 配管の残留応力改善装置

(57) 【要約】

【課題】 配管の表面の広い範囲を均一に加熱して残留応力を改善するために好適な配管の残留応力改善装置を提供する。

【解決手段】 一の観点において、本発明による配管の残留応力改善装置 10 は、複数のレーザーヘッド 6 と、複数のレーザーヘッド 6 を配管 4 の外表面に対向するように支持する支持機構とを備えている。複数のレーザーヘッド 6 のそれぞれは、加熱用レーザービーム 6 a を配管 4 の外表面に照射する。複数のレーザーヘッド 6 を用いて配管 4 の外表面を加熱することは、配管 4 の形状に応じて加熱用レーザービーム 6 a の強度を個別に制御することを可能にし、もって複雑な形状の配管 4 を均一に加熱することを可能にする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のレーザーヘッドと、
前記複数のレーザーヘッドを配管の外表面に対向するように支持する支持機構とを備え、
前記複数のレーザーヘッドのそれぞれは、加熱用レーザービームを前記配管の前記外表面に照射し前記複数のレーザーヘッドにより均熱帯を形成する
配管の残留応力改善装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記加熱用レーザービームの強度は、個別に調節可能である
配管の残留応力改善装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記支持機構は、前記複数のレーザーヘッドを前記配管の円周方向に走査する駆動機構を含み、
前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の軸方向にずれて配置されている
配管の残留応力改善装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記支持機構は、前記複数のレーザーヘッドを、前記配管の前記軸方向に走査するヘッド駆動機構を含む
配管の残留応力改善装置。

20

【請求項 5】

請求項 3 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記複数のレーザーヘッドは、前記加熱用レーザービームのスポットが、前記配管の表面上において重なり合うように、前記加熱用レーザービームを照射する
配管の残留応力改善装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
更に、
第 1 レーザービームを生成するレーザー発振器と、
前記第 1 レーザービームを分岐して複数の第 2 レーザービームを生成する分岐器とを備え、
前記レーザーヘッドは、前記複数の第 2 レーザービームから前記加熱用レーザービームを生成する
配管の残留応力改善装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記分岐器は、前記複数の第 2 レーザービームの強度を個別に調節する出力調節機構を含む
配管の残留応力改善装置。

40

【請求項 8】

加熱用レーザービームを配管の外表面に照射するレーザーヘッドと、
前記レーザーヘッドを前記配管の円周方向に走査する駆動機構とを備え、
前記レーザーヘッドは、前記加熱用レーザービームを前記配管の軸方向に走査する走査機構を備えた
配管の残留応力改善装置。

【請求項 9】

50

請求項 8 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記加熱用レーザービームの強度は、前記加熱用レーザービームの配管の外表面上のス
ポットの位置に応じて制御される
配管の残留応力改善装置。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の配管の残留応力改善装置であって、
前記走査機構は、ガルバノミラー又はポリゴンミラーを用いて、前記加熱用レーザービ
ームを前記軸方向に走査する
配管の残留応力改善装置。

【請求項 11】

レーザーヘッドと、
前記レーザーヘッドを配管の円周方向に走査する駆動機構
とを備え、
前記レーザーヘッドは、
レーザービームが入射されるフライアイレンズと、
前記フライアイレンズから出射されるレーザービームを前記配管の軸方向に拡大する拡
大光学系
とを含む
配管の残留応力改善装置。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記加熱用レーザービームは、光ファイバで伝送されることを特徴とする配管の残留応
力改善装置。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 11 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記加熱用レーザービームの光源は、レーザーダイオード又はファイバーレーザーであ
ることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 14】

請求項 1 又は 11 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記加熱用レーザービームの強度は、前記加熱用レーザービームの配管の外表面上のス
ポットの位置に応じて制御されることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 15】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の円周方向にずれて配置されるヘッドが軸方向
に複数段、設置されてなり、
前記支持機構は、前記複数のレーザーヘッドを前記配管の軸方向に走査するヘッド駆動
機構を含むことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 16】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の軸方向にずれて配置されるヘッドが円周方向
に複数段、設置されてなり、
前記支持機構は、前記複数のレーザーヘッドを前記配管の円周方向に走査するヘッド駆
動機構を含むことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 17】

請求項 15 又は 16 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記加熱用レーザービームの強度は、前記複数のレーザーヘッドごとに調節可能である
ことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 18】

請求項 15 ないし 17 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記レーザーヘッドの走査方向の前方には、高周波加熱手段が設けられていることを特

10

20

30

40

50

徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 19】

請求項 1 ないし 18 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記配管は、原子炉プラントのステンレス鋼配管であることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 20】

請求項 1 ないし 18 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記配管は、BWR（沸騰水型原子力発電）の再循環配管であることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 21】

請求項 1 ないし 18 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記配管は、原子力プラントの原子炉容器、加圧器、蒸気発生器のいずれかに接続される低合金鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の異材継ぎ手部であることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 22】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の軸方向又は円周方向の少なくとも一方にずれて配置されると共に、

前記加熱用レーザービームのスポットが、前記配管の表面上において重なり合うように、前記加熱用レーザービームを照射することを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 23】

請求項 22 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記複数のレーザーヘッドは、更に、前記配管との距離方向にもずれて配置されることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 24】

請求項 22 又は 23 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記加熱用レーザービームの強度は、個別に調節可能であることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 25】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記レーザーヘッドは、レーザービームが入射される球面レンズと、前記球面レンズから出射されるレーザービームを前記配管の表面上において一方向に拡大する拡大光学系を含むことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 26】

請求項 25 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記拡大光学系は、シリンドリカルレンズから構成されることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 27】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記レーザーヘッドは、レーザービームを加工する、集光系、ズーム系又はコリメート系の少なくとも一つの系を備えることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 28】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、
前記レーザーヘッドから出射されるレーザービームは、1 つ又は複数の反射手段を介して、前記配管の表面上に照射されることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 29】

請求項 12、25 ないし 28 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、
前記光ファイバ、前記球面レンズ、前記拡大光学系、前記シリンドリカルレンズ、前記集光系、前記ズーム系、前記コリメート系または前記反射手段のうち少なくとも一つを駆動させることにより、前記加熱用レーザービームを前記配管の表面上で走査することを特

10

20

30

40

50

徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 30】

請求項 1 に記載する配管の残留応力改善装置において、

前記レーザーヘッドは、隣接するレーザーヘッドの間隔、前記配管の表面との距離または前記レーザービームを中心軸とする回転角のうち少なくとも一つを調整する機構を含むことを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【請求項 31】

請求項 1 ないし 30 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、

前記レーザービームを照射し加熱する温度が、固溶化温度以下であることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

10

【請求項 32】

請求項 1 ないし 31 のいずれかに記載する配管の残留応力改善装置において、

前記レーザービームを照射し加熱する領域が $2.5 \sqrt{r \cdot t}$ 以上であることを特徴とする配管の残留応力改善装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、配管加熱装置に関し、特に、配管の残留応力を低減するために使用される配管の残留応力改善装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

原子力発電所その他の大型プラントで使用される大型の配管を設置する場合に問題になるのは、その配管の残留応力の除去である。溶接が行われると配管には残留応力が発生し、その残留応力によって配管の寿命が短くなる可能性がある。従って、溶接によって発生した残留応力は、除去することが好適である。

【0003】

特許文献 1 は、配管の溶接部の近傍の残留応力を加熱によって低減するための配管加熱装置を開示している。公知のその装置は、配管の外周側に位置するアーク発生リングと、そのリングを挟むように配置されたリングコイルとを備えている。リングコイルによって磁場が発生されると、アーク発生リングと配管との間にアークが発生し、配管が加熱される。配管が加熱されることにより、配管の残留応力が低減される。

30

【0004】

特許文献 2 は、配管の内表面にレーザー光を照射して配管の内表面を表面加熱する技術を開示している。公知のその技術では、レーザー光が光ファイバによって配管の内部に導かれ、レーザー光は、光ファイバから出射されて配管の内表面に照射される。

【0005】

残留応力を除去するために使用される配管加熱装置に求められる要求の一つは、配管の表面の広い範囲を、均一に加熱できることである。配管の表面の広い範囲を加熱できることは、スループットの向上や残留応力除去性能確保のために重要である。一方、配管を均一に加熱できることは、加熱処理の後に残存する残留応力を小さくするために重要である。この要求を満足させることは、配管が複雑な形状を有している場合、例えば、配管が分岐している場合や厚肉管を対象として特に広範囲を加熱する必要のある場合には簡単なことではない。

40

【0006】

このような背景から、配管の表面の広い範囲を均一に加熱することができる、とりわけ、配管が複雑な形状であっても配管の表面の広い範囲を均一に加熱することができ、配管の残留応力を改善できる配管の残留応力改善装置の提供が望まれている。

【0007】

【特許文献 1】特開 2001-150178 号公報

【特許文献 2】特開平 8-19881 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の目的は、配管の表面の広い範囲を均一に加熱し、配管の残留応力を改善するために好適な配管の残留応力改善装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、本発明は、以下に述べられる手段を採用する。その手段に含まれる技術的事項の記述には、「特許請求の範囲」の記載と「発明を実施するための最良の形態」の記載との対応関係を明らかにするために、「発明を実施するための最良の形態」で使用される番号・符号が付加されている。但し、付加された番号・符号は、「特許請求の範囲」に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いてはならない。

【0010】

の観点において、本発明による配管の残留応力改善装置（10）は、複数のレーザーヘッド（6）と、複数のレーザーヘッド（6）を配管（4）の外表面に対向するように支持する支持機構（1、2、3、5）とを備えている。複数のレーザーヘッド（6）のそれぞれは、加熱用レーザービーム（6a）を配管（4）の外表面に照射する。複数のレーザーヘッド（6）を用いて配管（4）の外表面を加熱することは、加熱用レーザービーム（6a）の強度を個別に制御することを可能にする。これは、配管（4）の形状に応じて加熱用レーザービーム（6a）の強度を個別に制御することを可能にし、複雑な形状の配管（4）の均一な加熱に有利である。

【0011】

配管（4）の表面の広い範囲を加熱するためには、支持機構（1、2、3、5）は、前記複数のレーザーヘッドを配管（4）の円周方向に走査する駆動機構（2）を含み、複数のレーザーヘッド（6）は、配管（4）の軸方向にずれて配置されていることが好適である。

【0012】

より少ない個数のレーザー発振器で配管（4）の表面の広い範囲を加熱するためには、支持機構（1、2、3、5）は、複数のレーザーヘッド（6）を、配管（4）の軸方向に走査する駆動機構（25）を含むことが好適である。

【0013】

配管（4）を均一に加熱するためには、複数のレーザーヘッド（6）は、加熱用レーザービーム（6a）のスポットが、配管（4）の外表面上において重なり合うように、加熱用レーザービーム（6a）を照射することが好適である。

【0014】

当該配管の残留応力改善装置（10）は、更に、第1レーザービーム（7a）を生成するレーザー発振器（7）と、第1レーザービーム（7a）を分岐して複数の第2レーザービーム（7a'）を生成する分岐器（21、22）とを備え、レーザーヘッド（6）は、その第2レーザービーム（7a'）から加熱用レーザービーム（6a）を生成することが好適である。かかる構成は、少ない数のレーザー発振器（7）で配管（4）の広い範囲を加熱することを可能にする。

【0015】

この場合、分岐部（21、22）は、複数の第2レーザービーム（7a'）の強度を個別に調節する出力調節機構（22）を備えることが好適である。

【0016】

他の観点において、本発明の配管の残留応力改善装置は、加熱用レーザービーム（31a）を配管（4）の外表面に照射するレーザーヘッド（31）と、レーザーヘッド（31）を前記配管（4）の円周方向に走査する駆動機構（2）とを備えている。レーザーヘッド（31）は、加熱用レーザービーム（31a）を配管（4）の軸方向に走査する走査機構（35～37）を備えている。この場合、加熱用レーザービーム（31a）の強度は、

加熱用レーザービーム（３１ａ）の配管（４）の外表面上のスポットの位置に応じて制御されることが好適である。これにより、当該配管の残留応力改善装置は、配管の表面の広い範囲を均一に加熱することができる。具体的には、走査機構（３５～３７）は、ガルバノミラー（３５）又はポリゴンミラー（３７）を用いて、加熱用レーザービーム（３１ａ）を前記軸方向に走査することが好適である。

【００１７】

更に他の観点において、本発明による配管の残留応力改善装置は、レーザーヘッド（４１）と、レーザーヘッド（４１）を配管（４）の円周方向に走査する駆動機構（２）とを備えている。レーザーヘッド（４１）は、レーザービームが入射されるフライアイレンズ（４２）と、フライアイレンズから出射されるレーザービームを配管（４）の軸方向に拡大する拡大光学系（４３）とを含む。フライアイレンズ（４２）及びシリンドリカルレンズ（４５）によって強度が均一化され、楕円に成形されたレーザービームを、配管（４）の軸方向に拡大して配管（４）に照射することにより、本発明による配管の残留応力改善装置は、配管の表面の広い範囲を均一に加熱することができる。

10

【００１８】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記加熱用レーザービームは、光ファイバで伝送されることが好ましい。この構成によれば、装置の自由度が増して、作業性を向上させることができる。また、加熱用レーザービームの照射部が遠隔部であったり、周辺空間が狭い部位であったりする場合であっても、レーザーを伝送することができる。

【００１９】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記加熱用レーザービームの光源は、レーザーダイオード又はファイバーレーザーであることが好ましい。この構成によれば、光源を小型化することができるため狭隘部においても設置することができ、加熱用レーザービームの照射部に近接して設置することができる。

20

【００２０】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記加熱用レーザービームの強度は、前記加熱用レーザービームの配管の外表面上のスポットの位置に応じて制御されることが好ましい。この構成によれば、加熱用レーザービームの照射部が、複雑形状であったり、異材部位であったりしても、適切な温度分布の加熱を行うことができる。

【００２１】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の円周方向にずれて配置されるヘッドが軸方向に複数段、設置されてなり、前記支持機構は、前記複数のレーザーヘッドを前記配管の軸方向に走査するヘッド駆動機構を含むことが好ましい。この構成によれば、配管表面のある位置において、第１段のヘッドが通過する際の加熱により配管肉厚方向に温度分布が生じ、該ヘッドの通過後の冷却に伴って該温度分布の傾斜が緩やかになった後に、第２段のヘッドが通過する際に再加熱が行われるため、配管の内面から外面に亘ってほぼ均一な温度傾斜を有する温度分布にすることができる。

30

【００２２】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の軸方向にずれて配置されるヘッドが円周方向に複数段、設置されてなり、前記支持機構は、前記複数のレーザーヘッドを前記配管の円周方向に走査するヘッド駆動機構を含むことが好ましい。この構成によれば、配管表面のある位置において、第１段のヘッドが通過する際の加熱により配管肉厚方向に温度分布が生じ、該ヘッドの通過後の冷却に伴って該温度分布の傾斜が緩やかになった後に、第２段のヘッドが通過する際に再加熱が行われるため、配管の内面から外面に亘ってほぼ均一な温度傾斜を有する温度分布にすることができる。

40

【００２３】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記加熱用レーザービームの強度は、前記複数のレーザーヘッドごとに調節可能であることが好ましい。この構成によれば、加熱

50

用レーザービームの照射部が、複雑形状であったり、異材部位であったりしても、適切な温度分布の加熱を行うことができる。

【0024】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザーヘッドの走査方向の前方には、高周波加熱手段が設けられていてもよい。

【0025】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記配管は、原子炉プラントのステンレス鋼配管であってもよい。このような原子力プラントのステンレス鋼配管ではＳＣＣの発生が懸念されており、既に使用されている配管に適用する場合は、旧配管を撤去して新しい低炭素量の材質の配管を敷設する必要がある。そのため、多大な費用を伴うだけでなく、新たに放射性廃棄物を増加させることになり、廃棄物の保管など新たな費用が発生する。また、定検期間の延長にもつながり、経済性の面で不利である。そこで、本発明装置を適用することで、取替え工事が不要となり、プラントの経済性、信頼性が向上する。

10

【0026】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記配管は、ＢＷＲ（沸騰水型原子力発電）の再循環配管であってもよい。

【0027】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記配管は、原子力プラントの原子炉容器、加圧器、蒸気発生器のいずれかに接続される低合金鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の異材継ぎ手部であってもよい。

20

【0028】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記複数のレーザーヘッドは、前記配管の軸方向又は円周方向の少なくとも一方にずれて配置されると共に、前記加熱用レーザービームのスポットが、前記配管の表面上において重なり合うように、前記加熱用レーザービームを照射することが好ましい。この構成によれば、広域に亘って任意の強度分布、例えば均一な強度分布を有する加熱用レーザービームとすることができる。

【0029】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記複数のレーザーヘッドは、更に、前記配管との距離方向にもずれて配置されることが好ましい。この構成によれば、３次元的に任意の強度分布を有する加熱用レーザービームとすることができ、複雑な形状を有する配管に対しても適切に加熱することができる。

30

【0030】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記加熱用レーザービームの強度は、個別に調節可能であることが好ましい。この構成によれば、加熱用レーザービームの照射部が、複雑形状であったり、異材部位であったりしても、適切な温度分布の加熱を行うことができる。

【0031】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザーヘッドは、レーザービームが入射される球面レンズと、前記球面レンズから出射されるレーザービームを前記配管の表面上において一方向に拡大する拡大光学系とを含むことが好ましい。この構成によれば、レーザービームをスポット形状が楕円のビームとすることができ、任意の方向にスポット系を拡大した形態で照射することができる。

40

【0032】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記拡大光学系は、シリンドリカルレンズから構成することができる。

【0033】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザーヘッドは、レーザービームを加える、集光系、ズーム系又はコリメート系の少なくとも一つの系を備えることが好ましい。この構成によれば、加熱用レーザービームの照射部が、複雑形状であったり、異材部位であったりしても、適切な温度分布の加熱を行うことができる。

50

【0034】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザーヘッドから出射されるレーザービームは、1つ又は複数の反射手段を介して、前記配管の表面上に照射されることが好ましい。この構成によれば、レーザービームの光路を反射で折り曲げることができるため、例えばプラント配管近傍等の狭隘部であってもレーザーヘッドを設置することができたり、小スペースで長い光路長とすることができるため、例えば狭隘部であってもビームスポット径を拡大することができる。

【0035】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記光ファイバ、前記球面レンズ、前記拡大光学系、前記シリンドリカルレンズ、前記集光系、前記ズーム系、前記コリメート系または前記反射手段のうち少なくとも一つを駆動させることにより、前記加熱用レーザービームを前記配管の表面上で走査することが好ましい。この構成によれば、レーザーヘッド自体を大きく走査させずに、又は全く動かすことなく、レーザービームを走査することができる。

【0036】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザーヘッドは、隣接するレーザーヘッドの間隔、前記配管の表面との距離または前記レーザービームを中心軸とする回転角のうち少なくとも一つを調整する機構を含むことが好ましい。この構成によれば、複数のレーザーヘッド間のアライメントを精密に行うことができる。

【0037】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザービームを照射し加熱する温度が、固溶化温度以下であることを特徴とする。固溶化温度以下で加熱することによって、被対象物の変形が小さくなり、更に鋭敏化の恐れが無くなる。また、低合金鋼など異材継ぎ手に対しても適用可能となる。

【0038】

また、上記配管の残留応力改善装置において、前記レーザービームを照射し加熱する領域が $2.5\sqrt{rt}$ 以上であることを特徴とする。溶接部を中心として $2.5\sqrt{rt}$ （ r ：管の平均半径、 t ：管の板厚）以上を均一に加熱することによって、その部分の残留応力を低減することができる。

【発明の効果】

【0039】

本発明の配管の残留応力改善装置によれば、配管の表面の広い範囲を均一に加熱すること（均熱帯の形成）が容易になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

第1 実施の第1形態

1. 全体構成

図1は、本発明の実施の第1形態の配管の残留応力改善装置10の構成を示している。配管の残留応力改善装置10は、リングレール1と、回転走行台車2と、加熱光学系3とを備えている。リングレール1は、加熱される配管4の周囲を取り囲むように設けられており、回転走行台車2を配管4の円周方向（ θ 方向）に沿って移動させる軌道として使用される。回転走行台車2は、それに設けられたアーム5によって加熱光学系3を支持している。

【0041】

加熱光学系3の中には、配管4の外表面にレーザービーム6aを照射して加熱するためのレーザーヘッド6が複数個、配管4の軸方向（ z 方向）に並べられて收容されている。レーザーヘッド6の收容にあたっては、溶接部4aを中心として $2.5\sqrt{(rt)}$ （ r ：管の平均半径、 t ：管の板厚）以上、好ましくは $3\sqrt{(rt)}$ 以上が均一に加熱されるように配置・收容してある。このときの加熱温度は固溶化温度未満とすることが好ましい。配管4の内表面の表面処理を行う場合とは異なり、残留応力の緩和を行う場合には、配管

10

20

30

40

50

4の外表面にレーザービームを照射する方が、配管の残留応力改善装置10の装置構成を単純化するために有利である。

【0042】

図2を参照して、複数のレーザーヘッド6を用いて配管4を加熱することは、配管4の表面の広い範囲を均一に加熱するために好適である。複数のレーザーヘッド6を用いることは、レーザービーム6aの照射面積を増大させるために有効であるのに加え、配管4の形状に関わらず配管4を均一に加熱することを容易にする。複数のレーザーヘッド6の使用は、それから出射されるレーザービーム6aの強度を個別に調節することを可能にする。これは、複雑な形状の配管4をより均一に加熱するために有利である。例えば図1を参照して、配管4が曲がる部分では、レーザービーム6aの配管4の表面におけるスポットの大きさがレーザーヘッド6ごとに異なることがあり得る。この場合、スポットが小さいレーザービーム6aの強度を弱く、スポットが大きいレーザービーム6aの強度を強くすることにより、配管4を均一に加熱することが可能である。このように、複数のレーザーヘッド6を用いることは、配管4の形状に応じてレーザービーム6aの強度を個別に調節することを可能にする。

10

【0043】

図2に示されているように、複数のレーザーヘッド6のそれぞれは、光ファイバ8を介してレーザー発振器7に接続されている。レーザー発振器7は、それぞれレーザービーム7aを発生し、光ファイバ8を介してレーザーヘッド6に供給する。レーザー発振器7は、それぞれが発生するレーザービーム7aの強度を調節する機能を有している。レーザーヘッド6のそれぞれは、レーザー発振器7から供給されるレーザービーム7aを拡大してレーザービーム6aを生成し、配管4の外表面に照射する。レーザービーム6aが照射されることにより、配管4の所望の部分、例えば、配管4の溶接部4aの周辺が加熱される。

20

【0044】

図3に示されているように、レーザーヘッド6は、それぞれが出射するレーザービーム6aのスポット6bが、配管4の外表面上において強度均一領域を最大化するよう重なり合うように配置されている。これは、レーザービーム6aのスポット6bが中心部から外周に向かう程強度が低下するので、ピーク出力の10～90%の領域を重ねあわせることは、配管4の広範囲な加熱の均一性を高めるために有効である。レーザーヘッド6から出射されるレーザービーム6aは、回転走行台車2をリングレール1に沿って移動させることによって配管4の円周方向に走査可能である。本実施の形態の配管の残留応力改善装置10は、レーザービーム6aを配管4の円周方向に走査することにより、配管4の全体を加熱することができる。

30

【0045】

2. 配管の残留応力改善装置10の光学系の構造

図4は、レーザーヘッド6の内部の光学系の好適な一実施形態を示している。図4の実施形態では、レーザーヘッド6には、光ファイバ8に接続されるコネクタ11と、球面レンズ12、13が設けられる。球面レンズ12、13は、コネクタ11から出射されるレーザービームの広がり角度を所望の角度に調節し、配管4に照射されるレーザービーム6aを生成する。図4の実施形態では、レーザービーム6aは断面が円形の非平行ビームである。配管4に照射されるレーザービーム6aとして非平行ビームを使用することは、広い範囲にレーザービーム6aを照射することを可能にする点で好適である。

40

【0046】

レーザービーム6aとしては、その長軸が配管4の軸方向(z軸方向)に平行な、非平行の楕円ビームが使用されることも可能である。この場合、図5に示されているように、コリメートレンズ14とシリンドリカルレンズ15とが、それぞれ球面レンズ12、13の代わりに使用される。コリメートレンズ14は、コネクタ11から出射されるレーザービームをコリメートする。シリンドリカルレンズ15は、コリメートレンズ14から出射されるビームを一方向のみに集光することによって楕円ビームに変形し、配管4に照射さ

50

れるレーザービーム 6 a を生成する。図 6 A に示されているように、レーザーヘッド 6 は、各レーザービーム 6 a のスポット 6 b の長軸が配管 4 の軸方向に平行であり、且つ、各レーザービーム 6 a のスポットが配管 4 の外表面上において重なり合うように配置されている。このようにすると、レーザービームの軸方向の照射駆動速度を早くすることができ、広範囲を加熱するのに好適である。また、図 6 B に示されているように、レーザーヘッド 6 は、各レーザービーム 6 a のスポット 6 b の長軸が、配管 4 の軸方向に垂直であり、且つ、各レーザービーム 6 a のスポット 6 b が配管 4 の外表面上において重なり合うように配置され得る。このようにすると、図 6 A の場合と比べて軸方向への駆動速度は遅くなるが円周方向の照射幅を広めることができる。図 5 のレーザーヘッド 6 の構成は、配管 4 の軸方向について広い範囲にレーザービーム 6 a を照射することを可能にする一方、レーザービーム 6 a が照射される範囲のエネルギー密度を確保するために好適であり、長軸、短軸の寸法調節により対象に適した加熱状態を付与することが可能である。 10

【0047】

レーザービーム 6 a としては、平行ビームが使用されることも可能である。平行、且つ、円形のレーザービーム 6 a を生成するためには、図 7 A に示されているように、コリメートレンズ 1 6、1 7 が、球面レンズ 1 2、1 3 の代わりに使用される。一方、平行、且つ、楕円のレーザービーム 6 a を生成するためには、図 7 B に示されているように、コリメートレンズ 1 6 とシリンドリカルレンズ 1 8、1 9 とが、球面レンズ 1 2、1 3 の代わりに使用される。加えて、レーザービーム 6 a として円形ビーム、楕円ビームのいずれも使用される場合でも、レーザーヘッド 6 の配置は、図 8 A、図 8 B に示されているように 20 変更される。詳細には、図 8 A に示されているように、レーザーヘッド 6 は、配管 4 の軸方向に 2 列に並べられ、レーザーヘッド 6 の位置は、列ごとに軸方向にずらされている。各レーザーヘッド 6 が出射するレーザービーム 6 a の光軸の方向は、配管 4 の半径方向（r 方向）に対して斜めに向けられている。これにより、レーザービーム 6 a のスポット 6 b が配管 4 の表面の上で互いに重なり合わされている。

【0048】

図 9 に示されているように、一つのレーザー発振器 7 によって発生されるレーザービーム 7 a が分岐されて複数のレーザーヘッド 6 に供給されることが可能である。この場合、好適には、配管の残留応力改善装置 1 0 の光学系に分岐ミラー 2 1 と出力調整機構 2 2 とが設けられる。分岐ミラー 2 1 とレーザー発振器 7 とは、光ファイバ 2 3 によって接続され、レーザー発振器 7 によって発生されたレーザービーム 7 a は、光ファイバ 2 3 を介して分岐ミラー 2 1 に供給される。分岐ミラー 2 1 は、レーザービーム 7 a を分岐して複数のレーザービームを生成し、出力調整機構 2 2 に供給する。出力調整機構 2 2 は、それに供給される複数のレーザービームの強度を個別に調整してレーザービーム 7 a' を生成し、生成されたレーザービーム 7 a' を、光ファイバ 2 4 を介してレーザーヘッド 6 に供給する。レーザーヘッド 6 は、レーザービーム 7 a' から、配管 4 に照射されるレーザービーム 6 a を生成する。図 9 の構成は、少ない数のレーザー発振器 7 で配管 4 に照射されるレーザービーム 6 a を生成可能である点で好適である。加えて、図 9 の構成は、出力調整機構 2 2 によって各レーザーヘッド 6 が出射するレーザービーム 6 a を個別に調整し、配管 4 をより均一に加熱することを可能にする。 30 40

【0049】

少ない数のレーザー発振器 7 で、配管 4 の広い範囲にレーザービーム 6 a を照射するためには、図 1 0 に示されているように、レーザーヘッド 6 を配管 4 の軸方向に走査するヘッド駆動機構 2 5 が加熱光学系 3 に設けられることが好適である。レーザーヘッド 6 の構造としては、図 4、図 5、図 7 A、図 7 B のいずれの構造も採用可能である。レーザーヘッド 6 が走査されることにより、少ない数のレーザー発振器 7 を用いてレーザービーム 6 a を一層に広い領域に照射することが可能になる。より一層にレーザー発振器 7 の数を減らすためには、図 9 の光学系と同様に、レーザー発振器 7 によって発生されるレーザービーム 7 a が分岐されてレーザーヘッド 6 に供給されることが好適である。この場合にも、出力調整機構が設けられ、レーザーヘッド 6 が出射するレーザービーム 6 a が個別に調整 50

されることが好適である。

【0050】

3. まとめ

以上に説明されているように、本実施の形態の配管の残留応力改善装置10は、配管4の表面の広い範囲を均一に加熱するために好適な構成を有している。複数のレーザーヘッド6を用いて配管4を加熱することは、各レーザーヘッド6から出射されるレーザービーム6aの強度を配管4の形状に応じて個別に調整することを可能にし、配管4の表面の広い範囲をより均一に加熱するために効果的である。

【0051】

また、一つのレーザー発振器7によって生成されるレーザービーム7aを分岐して複数のレーザーヘッド6に供給する構成を採用することにより、本実施の形態の配管の残留応力改善装置10は、少ないレーザー発振器7を用いてレーザービーム6aを一層に広い領域に照射することができる。

【0052】

加えて、レーザーヘッド6を軸方向に走査するヘッド駆動機構25を加熱光学系3に設ける構成を採用することにより、本実施の形態の配管の残留応力改善装置10は少ないレーザー発振器7を用いてレーザービーム6aを広い領域に照射するために好適である。

【0053】

第2 実施の第2形態

図11を参照して、実施の第2形態では、複数のレーザーヘッド6の代わりに、レーザービームを軸方向に走査する光学機構を備えた一のレーザーヘッド31が加熱光学系3に搭載される。

【0054】

レーザーヘッド31は、ビームエキスパンダー32と、集光レンズ33と、固定ミラー34と、ガルバノミラー35とを組み合わせ、ガルバノミラー35を駆動するスキャナー36とを備えている。ビームエキスパンダー32は、光ファイバ38を介してレーザー発振器（図示されない）に接続されている。ビームエキスパンダー32は、該レーザー発振器によって発生されたレーザービームを、光ファイバ38を介して受け取り、そのレーザービームを拡大して固定ミラー34に入射する。入射されたレーザービームを固定ミラー34によってガルバノミラー35に入射する。入射されたレーザービームは、配管4の外表面の方向に反射され、集光レンズ33にて集光され、配管4の外表面に照射される。図11において、配管4に照射されるレーザービームは、符号31aによって示されている。

【0055】

ガルバノミラー35の角度はスキャナー36によって変更可能であり、ガルバノミラー35の角度が変更されることにより、配管4の外表面に照射されるレーザービーム31aが配管4の軸方向（z方向）に走査される。これにより、配管4の外表面の広い範囲にレーザービーム31aを照射して加熱することができる。

【0056】

配管4の均一な加熱を実現するために、配管4に照射されるレーザービーム31aの強度は、レーザービーム31aの配管4の外表面上のスポットの位置に応じて制御される。このような制御は、具体的には、ガルバノミラー35の角度に同期して配管4に照射されるレーザービーム31aの強度を制御することによって実現される。ガルバノミラー35が、レーザービーム31aの配管4の外表面上のスポットが小さくなるような角度、即ち、配管4とレーザーヘッド31との距離が小さくなるような角度であるときには、レーザービーム31aの強度が弱められる。逆に、ガルバノミラー35が、レーザービーム31aの配管4の外表面上のスポットが大きくなるような角度であるときには、レーザービーム31aの強度が強められる。これにより、配管4を均一に加熱することができる。

【0057】

固定ミラー34の代わりに、ガルバノミラーが使用されることも可能である。係る構成

は、レーザービーム 3 1 a の走査範囲を一層に大きくするために好適である。

【0058】

図 1 2 に示されているように、ガルバノミラー 3 5 の代わりに、ポリゴンミラー 3 7 が使用されることも可能である。ポリゴンミラー 3 7 が回転されることにより、レーザービーム 3 1 a が配管 4 の軸方向（z 方向）に走査される。この場合も、ポリゴンミラー 3 7 の角度に同期して配管 4 に照射されるレーザービーム 3 1 a の強度が制御され、これにより、配管 4 の均一な加熱が実現される。

【0059】

第 3 実施の第 3 形態

実施の第 3 形態では、図 1 3 に示されているように、複数のレーザーヘッド 6 の代わりに、フライアイレンズ 4 2 とシリンドリカルレンズ 4 5 を搭載するレーザーヘッド 4 1 と、ビーム拡大光学系 4 3 とが加熱光学系 3 に搭載される。レーザーヘッド 4 1 は、光ファイバ 4 8 を介してレーザー発振器（図示されない）に接続されている。ビーム拡大光学系 4 3 は、ミラー 4 4 にて構成されている。

【0060】

レーザーヘッド 4 1 は、光ファイバ 4 8 から入射されるレーザービームの強度を、フライアイレンズ 4 2 を用いて均一化し、強度が均一化されたレーザービームをシリンドリカルレンズ 4 5 にて楕円ビームを端軸方向に縮小して出射する。レーザーヘッド 4 1 から出射されたレーザービームは、ビーム拡大光学系 4 3 のミラー 4 4 に入射される。

【0061】

ビーム拡大光学系 4 3 は、レーザーヘッド 4 1 から入射されたレーザービームを、配管 4 の軸方向に平行な方向に拡大し、拡大されたレーザービームを配管 4 に照射する。配管 4 に照射されたレーザービームは、図 1 3 では、符号 4 1 a で示されている。

【0062】

本実施の形態の配管の残留応力改善装置は、フライアイレンズ 4 2 を用いてレーザービームの強度を均一化し、強度が均一化されたレーザービームを、配管 4 の軸方向に拡大して配管 4 の外表面に照射する。これにより本実施の形態の配管の残留応力改善装置は、配管 4 の表面の広い範囲を均一に加熱することができる。

【0063】

<他の実施形態>

本実施形態は、パイプの軸方向に長い加熱幅をもたせて、円周方向に連続して回転させた場合である。加熱する装置構成は図 1 4 に示すとおりである。以下、加熱手順について説明する。

【0064】

（1）予め、同等のパイプ形状の供試体において外面及び内面の温度を計測しながら、加熱試験を行った。加熱は図 1 4 に示すように、ロボットアームにレーザー光学系 5 0 を搭載し、約 5 0 0 mm/s（3 0 m/min）のスキャン速度で軸方向に往復運動させ、軸方向における約 8 0 mm（スキャン距離）を加熱した。往復運動の折り返し地点では速度が 0 となり、入熱が大きくなるため、水冷銅板のシャッター 5 1 を設置して、等速度の領域（シャッター距離）のみを利用して加熱試験を実施した。

【0065】

レーザー発振器としては、4 kW YAG レーザを使用し、発振器から光学系 5 0 までは光ファイバーでレーザー光を伝送した。パイプ 5 2 は回転ポジショナに搭載し、等速度で回転させた。加熱時にはパイプ 5 2 の外面に黒鉛を主成分とする吸収剤を塗布した。内外面の温度が所定の温度となる下記加熱条件（レーザー出力とパイプ 5 2 の回転速度）を決定した。

【0066】

パイプ形状：直径 ϕ 1 1 4 . 3 mm，厚さ t 1 3 . 5 mm

パイプ材質：SUS304（固溶化温度は 1 0 5 0 °C）

レーザー出力：4 kW（YAG レーザ）

10

20

30

40

50

回転速度：1.4 mm/sec（周速）

内外面の温度差：約400℃

外面加熱温度：約450℃

加熱領域：軸方向に約80mm（ $3\sqrt{rt}$ ： $r=57.15$ mm， $t=13.5$ mm）
円周方向に約15mm（円周方向のスキャンがないときの加熱幅）

【0067】

図15は、軸方向の温度分布図である。同図に示すように、軸方向における約80mmをほぼ均熱に約450℃に加熱することができた。

【0068】

（2）パイプ52の表面の2ヶ所に温度計測用に熱電対を設置した。2ヶ所に設置した熱電対は、パイプ52の表面において対角となる位置（0°と180°の位置）に設置した。 10

【0069】

（3）決定した上記加熱条件でレーザー光を照射してパイプ52の周囲1周を加熱した。レーザー光により加熱する箇所以外の内面及び外面は放冷状態とした。また、加熱時の温度履歴を確認するため、前記熱電対から得られた温度履歴を記録計に記録した。

【0070】

（4）パイプの円周方向の加熱は、円周方向一周に亘って行った。加熱後、パイプ52は放冷により、室温まで冷却した。図16は、冷却後のパイプ内面の軸方向の残留応力分布を示す図である。同図には、溶接したまま（加熱施工前）の残留応力分布も併せて図示してある。同図から、レーザー加熱によりパイプの内面の残留応力が低減していることがわかる。 20

【0071】

なお、上記実施形態において、レーザー発振器7としては、レーザーダイオードやファイバーレーザーであることが好ましい。また、加熱対象の配管としては、原子炉プラントのステンレス鋼配管、BWR（沸騰水型原子力発電）の再循環配管、原子力プラントの原子炉容器、加圧器、蒸気発生器のいずれかに接続される低合金鋼とオーステナイト系ステンレス鋼の異材継ぎ手部、例えばセーフエンド溶接部（特にニッケル基合金部）等が挙げられる。

【0072】

また、レーザーヘッド6については、隣接するレーザーヘッド6の間隔の調整、配管4の表面との距離の調整、レーザービームを中心軸とする回転角の調整が可能であることが好ましい。 30

【0073】

また、レーザーヘッド6の配列方法については、図2、3に配管4の軸方向に1段配列した例を示したが、レーザーヘッド6を配管4の円周方向にずらして配置すると共にこのヘッド列を軸方向に複数段、設置して、該ヘッド群を配管4の軸方向に走査するようにしたり、レーザーヘッド6を配管4の軸方向にずらして配置すると共にこのヘッド列を円周方向に複数段、設置して、該ヘッド群を配管4の円周方向に走査するようにしたりしてもよい。 40

【0074】

この際には、一つのヘッド列と隣接するヘッド列とから照射されるレーザービームが重なるようにしてもよいが（図8Aを参照。）、重ねずにヘッド列間に間隔をもたせることで、配管表面のある位置において、第1段のヘッド列が通過する際の加熱により配管肉厚方向に温度分布が生じ、該ヘッド列の通過後の冷却に伴って該温度分布の傾斜が緩やかになった後に、第2段のヘッド列が通過する際に再加熱が行われるため、配管の内面から外面に亘ってほぼ均一な温度傾斜を有する温度分布にすることができるといふ、作用、効果を得ることができる。なお、このとき、最前列の加熱を高周波加熱手段により行ってもよい。

【0075】

また、レーザーヘッド6の配列方法については、図8Aに、配管4の軸方向に2列に並べると共に、レーザーヘッド6の位置は列ごとに軸方向にずらすようにした例を示したが、この例に限られず、配管4の軸方向又は円周方向の少なくとも一方にずらして配置すればよい。更に、配管4との距離方向にもずらして配置するとよい。

【0076】

また、配管4における照射部が、複雑形状であったり、異材部位であったりした場合の対応策として、複数のレーザービーム6aの強度を個別に制御する例を示したが、この他に、レーザーヘッド6内に、レーザービーム6aを加工する、集光系、ズーム系又はコリメート系の少なくとも一つの系を備えて、これらを制御するようにしてもよい。

【0077】

また、例えば、レーザーヘッド6が比較的大きくて、図10に示すようなヘッド駆動機構25により駆動することに問題が生じる場合には、図11、12において一例を示したように、レンズに対する光ファイバ8,23,24,38,48の位置を変化させたり、球面レンズ12,13、シリンドリカルレンズ15,18,19,45（拡大光学系）、集光系・ズーム系（符号32,33,42等）、コリメートレンズ14,16,17または反射手段34,35,37,44などを駆動させることにより、レーザービーム6aを配管4の表面上で走査することが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】図1は、本発明の実施の第1形態に係る配管の残留応力改善装置の構成を示す図である。

【図2】図2は、実施の第1形態に係る配管の残留応力改善装置の光学系の構成を示す図である。

【図3】図3は、レーザーヘッドから出射されるレーザービームのスポットの形状及び配置を示す平面図である。

【図4】図4は、レーザーヘッドの内部の光学系の構成を示す図である。

【図5】図5は、レーザーヘッドの内部の光学系の他の構成を示す図である。

【図6A】図6Aは、レーザーヘッドから出射されるレーザービームのスポットの、他の形状及び配置を示す平面図である。

【図6B】図6Bは、レーザーヘッドから出射されるレーザービームのスポットの、更に他の形状及び配置を示す平面図である。

【図7A】図7Aは、レーザーヘッドの内部の光学系の、更に他の構成を示す図である。

【図7B】図7Bは、レーザーヘッドの内部の光学系の、更に他の構成を示す図である。

【図8A】図8Aは、オシレータの内部におけるレーザーヘッドの好適な配置を示す上面図である。

【図8B】図8Bは、オシレータの内部におけるレーザーヘッドの好適な配置を示す側面図である。

【図9】図9は、実施の第1形態に係る配管の残留応力改善装置の光学系の、好適な構成を示す図である。

【図10】図10は、実施の第1形態に係る配管の残留応力改善装置の光学系の、他の好適な構成を示す図である。

【図11】図11は、実施の第2形態に係る配管の残留応力改善装置のレーザーヘッドの光学系の構成を示す図である。

【図12】図12は、実施の第2形態に係る配管の残留応力改善装置のレーザーヘッドの光学系の他の構成を示す図である。

【図13】図13は、実施の第3形態に係る配管の残留応力改善装置の、オシレータの内部の光学系の構成を示す上面図である。

【図14】他の実施形態に係る加熱する装置構成を示す図である。

【図15】軸方向の温度分布図を示す図である。

【図16】冷却後のパイプ内面の軸方向の残留応力分布を示す図である。

【符号の説明】

10

20

30

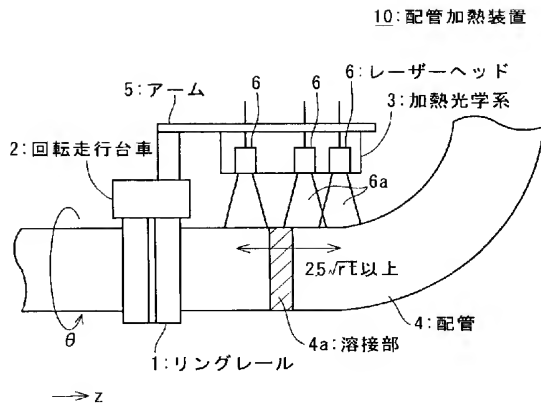
40

50

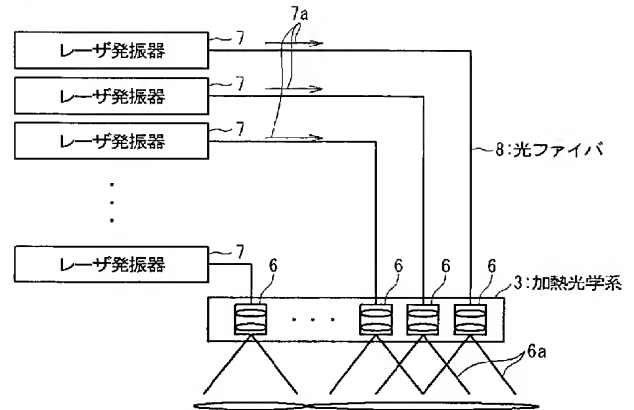
【 0 0 7 9 】

1 : リングレール	
2 : 回転走行台車	
3 : 加熱光学系	
4 : 配管	
5 : アーム	
6 : レーザーヘッド	
6 a : レーザービーム	
6 b : スポット	
7 : レーザー発振器	10
7 a : レーザービーム	
8 : 光ファイバ	
1 0 : 配管の残留応力改善装置	
1 1 : コネクタ	
1 2 , 1 3 : 球面レンズ	
1 4 : コリメートレンズ	
1 5 : シリンドリカルレンズ	
1 6 , 1 7 : コリメートレンズ	
1 8 , 1 9 : シリンドリカルレンズ	
2 1 : 分岐ミラー	20
2 2 : 出力調整機構	
2 3 , 2 4 : 光ファイバ	
2 5 : ヘッド駆動機構	
3 1 : レーザーヘッド	
3 1 a : レーザービーム	
3 2 : ビームエキスパンダー	
3 3 : 集光レンズ	
3 4 : 固定ミラー	
3 5 : ガルバノミラー	
3 6 : スキャナー	30
3 7 : ポリゴンミラー	
3 8 : 光ファイバ	
4 1 : レーザーヘッド	
4 2 : フライアイレンズ	
4 3 : ビーム拡大光学系	
4 4 : ミラー	
4 5 : シリンドリカルレンズ	
4 8 : 光ファイバ	
5 0 : レーザ光学系	
5 1 : シャッター	40
5 2 : パイプ	

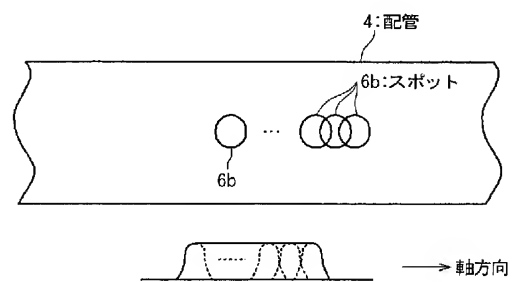
【図 1】



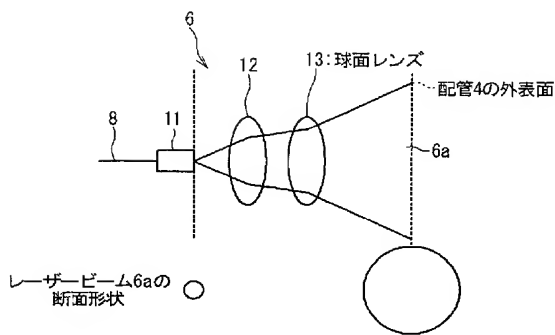
【図 2】



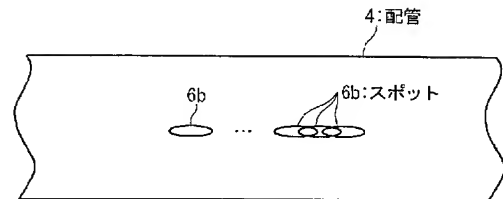
【図 3】



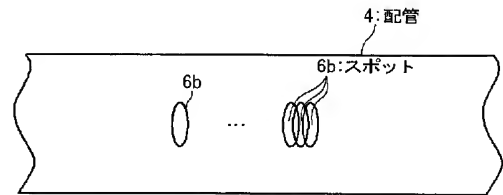
【図 4】



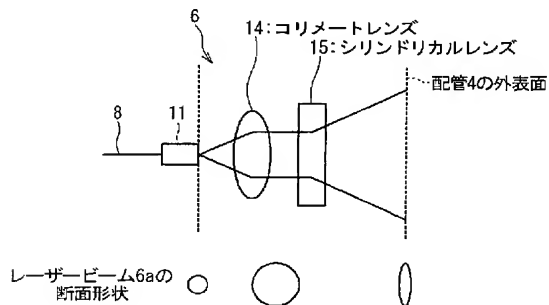
【図 6 A】



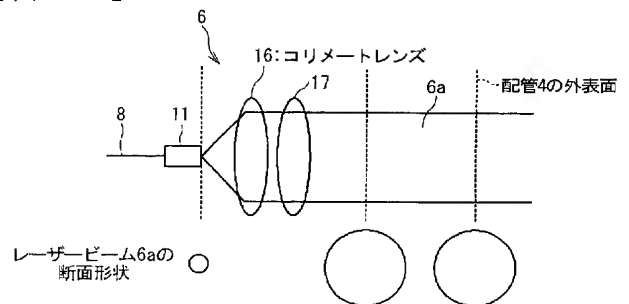
【図 6 B】



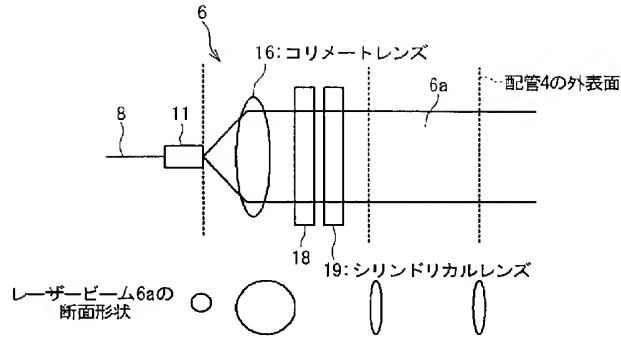
【図 5】



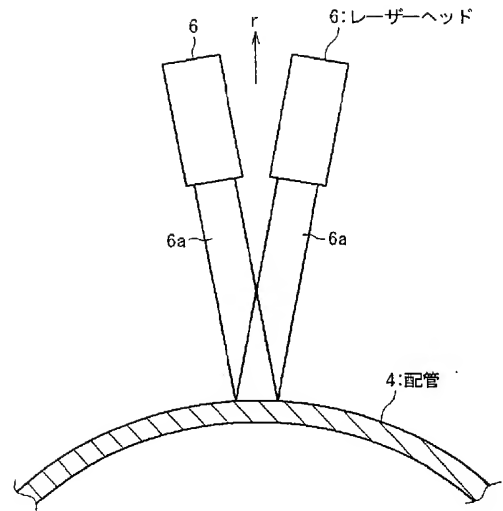
【図 7 A】



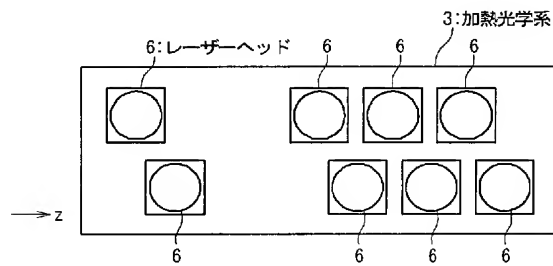
【図 7 B】



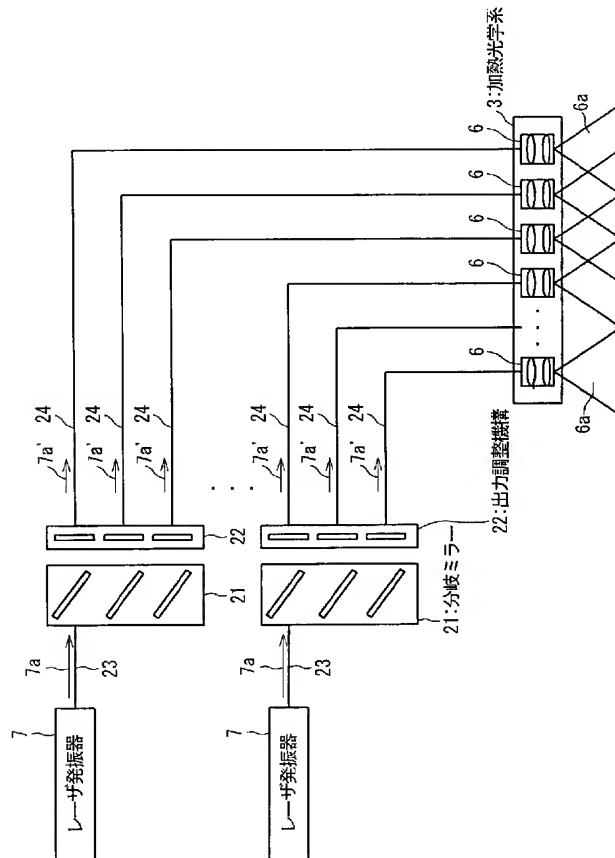
【図 8 B】



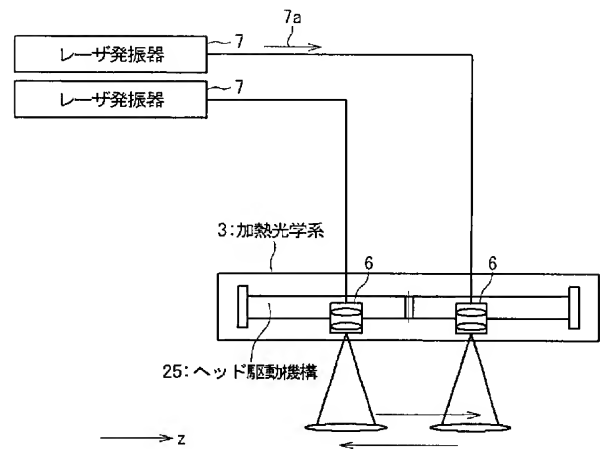
【図 8 A】



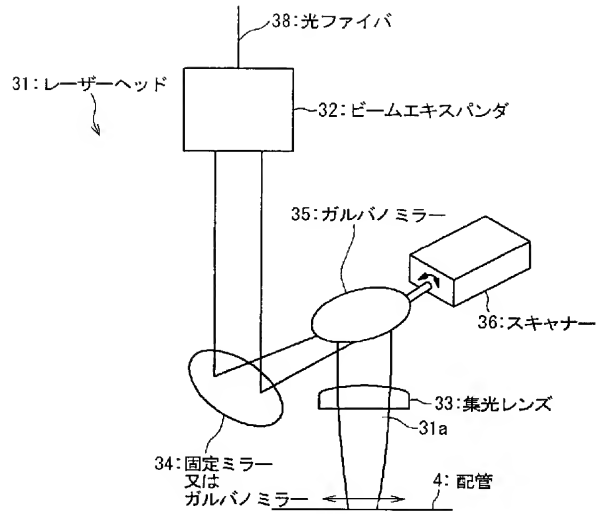
【図 9】



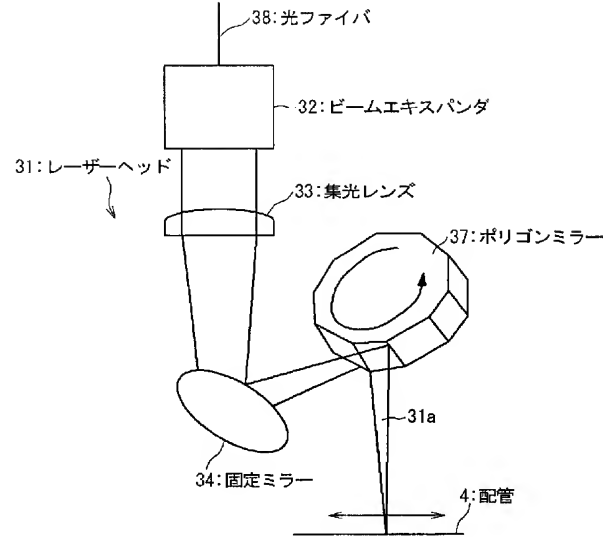
【図 10】



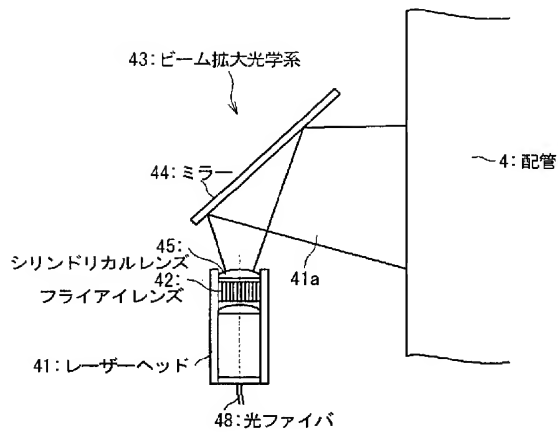
【図 1 1】



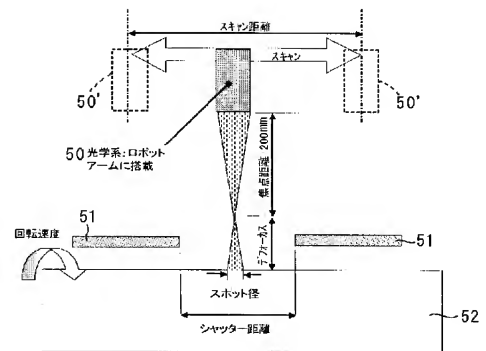
【図 1 2】



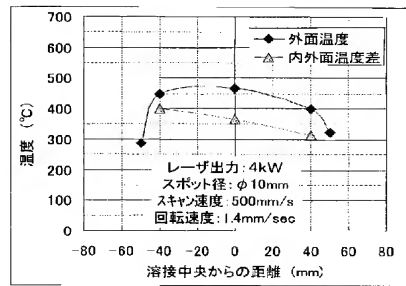
【図 1 3】



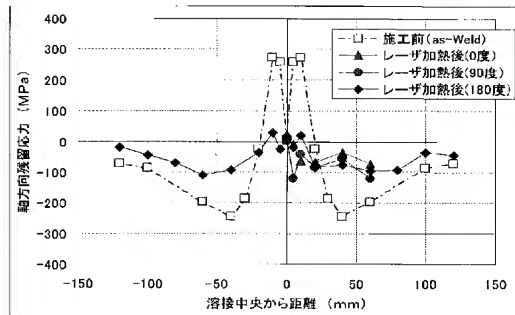
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

B 2 3 K 101:06

(72)発明者 名山 理介

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 石山 孝

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 坪田 秀峰

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 成田 竜一

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 谷口 優

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

F ターム(参考) 4E068 AA04 AH00 CA02 CA07 CA11 CA12 CA15 CD02 CD03 CD06

CD11 CD13 CD16 CE02 CE08 DA15 DB01

PAT-NO: JP02006015399A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2006015399 A
TITLE: APPARATUS FOR IMPROVING RESIDUAL
STRESS OF PIPING
PUBN-DATE: January 19, 2006

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OTA, TAKAHIRO	N/A
NAYAMA, RISUKE	N/A
ISHIDE, TAKASHI	N/A
TSUBOTA, SHUHO	N/A
NARITA, RYUICHI	N/A
TANIGUCHI, MASARU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	N/A

APPL-NO: JP2004222222

APPL-DATE: July 29, 2004

PRIORITY-DATA: 2004166786 (June 4, 2004)

INT-CL-ISSUED:

TYPE	IPC DATE IPC-OLD
IPCP	B23K26/00 20060101 B23K026/00
IPFC	B23K26/06 20060101 B23K026/06

IPFC	B23K26/08 20060101 B23K026/08
IPFC	B23K31/00 20060101 B23K031/00
IPCN	B23K101/06 20060101 B23K101/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an improving apparatus of the residual stress of piping which is suitable to improve the residual stress by uniformly heating the wide range of the surface of the piping.

SOLUTION: In one viewpoint, this improving apparatus 10 of the residual stress of the piping is provided with a plurality of laser beam heads 6 and a supporting mechanism for supporting the plurality of laser beam heads 6 so as to oppose to the external surface of the piping 4. The laser beams 6a for heating are respectively irradiated to the external surface of the piping with the plurality of laser beam heads 6. The heating of the external surface of the piping 4 by using the plurality of laser beam heads 6 makes the individual control of the intensity of the laser beams 6a for heating in accordance with the shape of the piping 4 possible. Therefore, the uniform heating of the piping 4 having a complicated shape is made possible.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIPI